Münster 1936 No 34 Med DiSS

Aus der chirurgischen Klinik der
Westfälischen Wilhelms-Universität zu Münster (Westf.)
Professor Dr. Coenen.

Ein Beitrag zur Erklärung des Trendelenburg'schen Symptoms.

(Eine physikalisch-statische Untersuchung der Auswirkung der Schenkelhalsform auf die Arbeitsleistung der abduzierend wirkenden Muskulatur).

*

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde
der Hohen Medizinischen Fakultät der Westfälischen
Wilhelms-Universität zu Münster (Westf.)

vorgelegt von

Wilhelm Brühl
aus Hagen (Westf.)

1-9-3-4

Gedruckt in der Dissertationsdruckerei Robert Kleinert, Quakenbrück.

Referent: Priv.-Doz. Dr. Walter.
Korreferent: Prof. Dr. Coenen.
Dekan: Prof. Dr. Esch.

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster (Westf.)

Meinen lieben Eltern
in Dankbarkeit gewidmet.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547224_0064

Unter dem positiven Trendelenburgschen Symptom versteht man allgemein den Zustand, der sich einstellt, wenn der Muskelapparat der Hüfte nicht imstande ist, das nur von einem Bein unterstützte Becken in der horizontalen Lage zu halten, es also zur gesunden Seite hin absinken läßt.

Mit Bragard (1) und Knorr (4) kann im Gegensatz zu Kehl (3) angenommen werden, daß für das Versagen des Hüftgelenkapparates im Sinne der seitlichen Fixation in erster Linie die Mm. glutaeus medius und minimus verantwortlich zu machen sind. In zweiter Linie erst sind die Mm. tensor fasciae latae und piriformis zu erwähnen.

Abgesehen von krankhaften Prozessen an diesen Muskeln selbst wie Poliomyelitis, Dystrophia musculorum usw. können sie in ihrer Wirksamkeit durch Veränderungen im Hüftgelenkmechanismus geschwächt sein. Durch Annäherung ihrer Ursprungs- und Ansatzpunkte kann die zu jeder Muskelarbeit notwendige Ausgangsspannung aufgehoben sein; wie wir es bei Luxatio coxae congenita oder bei dem Trochanterhochstand, der durch die Schenkelhalsverbiegung nach unten bedingt ist, sehen.

Bei der Erklärung für das Zustandekommen des „positiven Trendelenburgs" bei der Coxa vara wird in der Literatur gewöhnlich nur diese Annäherung der Insertionspunkte als Grund für die Hüftgelenksinsuffizienz angenommen. Ueberlegungsmäßig muß man aber zu dem Schluß kommen, daß hierbei noch andere Faktoren mitspielen.

Knorr (4) hat zwar festgestellt, daß es gerade für die kleinen Glutaeen sehr schwer ist, sich durch Schrumpfung der geänderten Gelenkmechanik anzupassen, weil sie als kurzfaserige Muskeln an einem langen Hebelarm angreifen, aber es ist dennoch anzunehmen, daß auch sie sich soweit verkürzen können, daß in manchen Fällen ein Kraftsausfall nicht festzustellen ist. In der Praxis sind daher häufig solche Fälle mit funktionstüchtiger Hüfte bei im Röntgenbild deutlich sichtbarem Trochanterhochstand zu finden. Andererseits aber sehen wir oft einen „positiven Trendelenburg" mit ganz geringfügigem Trochanterhochstand.

Wir müssen annehmen, daß der Grund für die Erschwerung bzw. Erleichterung der Arbeitsweise der Glutaealmuskulatur auf physikalisch statischem Gebiet zu suchen ist. Wir glauben, daß durch die Deformierung des oberen Femurendes der Hüftgelenksdrehpunkt sich der Muskelzugrichtung nähert, resp. sich von ihr entfernt. Mit anderen Worten: der Hebelarm, an dem die Kraft der kleinen Glutaeen angreift, wird mit der Deformierung kleiner oder größer.

Wir haben uns als Aufgabe gestellt, experimentell zu untersuchen, in welcher Weise die Größe dieses Hebelarmes von der Gestalt des oberen Femurendes beeinflußt wird.

H. Walter (6) hat hervorgehoben, daß die Verringerung des Drehmomentes, die gewöhnlich bei der Coxa valga für den positiven Ausfall des „Trendelenburgs" verantwortlich gemacht wird, ebenso bei besonderen Formen von Coxa vara der Grund dazu sein kann und mitgewürdigt werden muß.

Bragard (1) hat den Versuch gemacht, die Wirkungsweise der genannten Muskelgruppe experimentell zu untersuchen. Er hat bei seiner Versuchsanordnung jedoch die Tatsache unberücksichtigt gelassen, daß sich erfahrungsgemäß bei den Vara-Formen der Schenkelhals gewöhnlich verkürzt (in sich selbst aufrollt, ineinanderstaucht), und bei den Valga-Formen sich im allgemeinen verlängert. Weiterhin ist ihm ein physikalischer Fehler unterlaufen, er sieht nämlich als Hebelarm die Projektion der Verbindungslinie Trochanterspitze — Hüftgelenksdrehpunkt auf die Horizontale an. Dieses stimmt nicht. Nach physikalischen Gesetzen ist der Hebelarm der Abstand des Drehpunktes von der Kraftrichtung. Bragards Ansicht trifft also nur in dem Falle zu, wo die Kraftrichtung senkrecht zur Verbindungslinie Trochanter — Hüftgelenksmittelpunkt verlaufen würde. Er mußte daher zu ungenauen Ergebnissen kommen.

Eine mathematisch-physikalische Klarstellung der Verhältnisse, die bei der Funktion der Ad- und Abduktion des Hüftgelenks vorliegen, erscheint uns notwendig.

Wenn ein Bein angehoben wird, das Becken aber vermittels der Glutaealmuskulatur in der Waagerechten erhalten bleibt, so bildet der Mittelpunkt des Hüftgelenks (O) des Standbeines den Drehpunkt eines zweiseitigen Hebels (Abbild. 1).

S_1 sei der Schwerpunkt des während der Standbeinperiode auf dem Hüftgelenk ruhenden Körperabschnittes. S_1W das Lot aus diesem Punkte. Die vom Hüftgelenksmittelpunkt auf die Richtung der Schwerkraft gefällte Senkrechte sei OF; sie stellt demnach

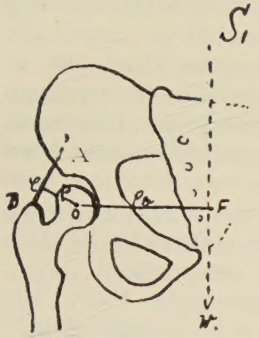

Abb. 1

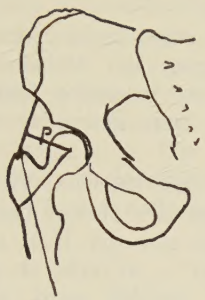

Abb. 2

Abb. 2a

den Hebelarm pb der Last dar. Das Gewicht des Körperabschnittes sei Gb.

Nach physikalischen Gesetzen ist das Drehmoment gleich dem Produkt aus der einwirkenden Kraft und dem Hebelarm, also in diesem Falle: Gb. . pb.

Die resultierende Kraftrichtung der abduktorisch wirkenden Muskulatur sei AB, ihre Größe G, gemessen in Kilogramm.

Der Hebelarm der „Trochanterseite" ist OC = p, das Drehmoment dieser Seite also G.p.

Wenn das Becken im Gleichgewicht ist, besteht die Gleichung Gb : pb = G : p.

In dieser Gleichung ist die linke Seite constant, weil das Körpergewicht (Gb) und der Hebelarm (pb) nicht geändert werden. Dagegen kann bei Formveränderungen des oberen Femurendes der Hebelarm p länger oder kürzer werden. In diesem Falle muß sich die Kraft der Glutaealmuskulatur umgekehrt proportional ändern.

Aus diesen Ueberlegungen ergibt sich, daß die Länge des Hebelarmes sowohl bestimmt wird durch die Länge des Halses wie auch durch den Winkel, den der Hals mit dem Femurschaft bildet. Es braucht also eine Verkleinerung des Halswinkels noch keine Verringerung des Drehmomentes mit sich zu führen. Im Gegenteil wird dies sogar größer, wenn der Schenkelhals seine ursprüngliche Länge beibehält, wie Abbdgg. 2 und 2a deutlich zeigen.

Diese Tatsache ist wichtig und verdient eine besondere Betonung, denn wie oben bereits erwähnt wurde, ist es charakteristisch für die Ausbildung der Vara-Form, daß mit der Verkleine-

rung des Halswinkels gewöhnlich eine erhebliche Verringerung der Halslänge einhergeht.

In den Fällen, wo dies nicht eintritt, kann durch die so entstehende Verbesserung der Hebelverhältnisse die Glutaealschwäche, die durch die bekannte Annäherung der Insertionspunkte bewirkt wird, zum Teil oder sogar vollkommen kompensiert werden.

Die Glutaealinsuffizienz bei Coxa-Valga ist bedingt durch die infolge der Steilstellung des Halses hervorgerufene Verkürzung des Hebelarmes. Wenn nun der Hals sich entsprechend verlängert, so kann auch hier — in nicht zu ausgeprägten Fällen, wie später noch gezeigt werden wird — der „Trendelenburg" negativ sein.

Eine Beobachtung von Mikulicz (5) ist in diesem Zusammenhang bemerkenswert. Er hat in seiner Arbeit 100 Femura gemessen und stellt fest: „Der Neigungswinkel steht mit der Länge des Halses in einem bestimmten Zusammenhang: Je steiler der Hals, desto länger, je geneigter, desto kürzer ist er im Durchschnitt."

Daß die Verbiegung des Schenkelhalses allein nicht ausschlaggebend für die Beurteilung der Funktionstüchtigkeit des Hüftgelenks ist, hat Haglund (2) auch erkannt. Er weist darauf hin, daß der klinische Krankheitsbegriff Coxa vara und Coxa valga nicht zufriedenstellend sei und verlangt mit Recht eine deutliche Trennung zwischen den klinischen Erscheinungen, die eine abnorme Veränderung des Schenkelhalses ergeben kann (also eine Verringerung des Fixationsvermögens) und der vom Normalen abweichenden Form des Schenkelhalses. Als morphologischer Terminus ließen sich die Ausdrücke Coxa vara und Coxa valga besser durch Collum varum und Collum valgum ersetzen.

Haglund betont, daß der Grad der funktionellen Insuffizienz keineswegs in direkter Proportion zu dem im Röntgenbilde demonstrierten Formveränderungen des oberen Femurendes stehen. „Ganz im Gegenteil kann eine bedeutende Verbiegung des Collumwinkels mit unbedeutender Funktionsstörung und subjektiv vollständiger Symptomfreiheit verbunden sein."

Diese Beobachtung wird nicht selten gemacht. Z. B. führt Knorr (4) den negativen Ausfall der Trendelenburgschen Probe bei „Coxa — Vara" auf ungenaue Meßmethoden zurück.

Wir behaupten, daß von diesen Fällen viele zu der Gruppe der oben erwähnten Hüftgelenke gehören, bei denen sich die Formveränderung in dem günstigen Sinne auswirkte, dergestalt,

daß die Drehmomentsverbesserung den Spannungsausfall der Muskulatur zu kompensieren vermochte.

Oben wurde darauf hingewiesen, daß der Hebelarm sowohl von dem Halswinkel wie von der Halslänge beeinflußt wird, und zwar müssen sich diese beiden Faktoren in einem ganz bestimmten Verhältnis ändern, wenn der Muskulatur keine Verschlechterung der Arbeitsweise erstehen soll. Die Abbildungen 3 und 4 zeigen z. B., wie enorm die Verschiedenheiten in der Form des oberen Femurendes bei gleichem Hebelarm sein können.

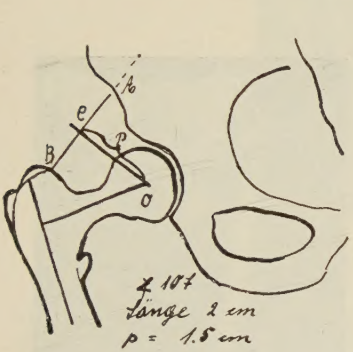

Abb. 3

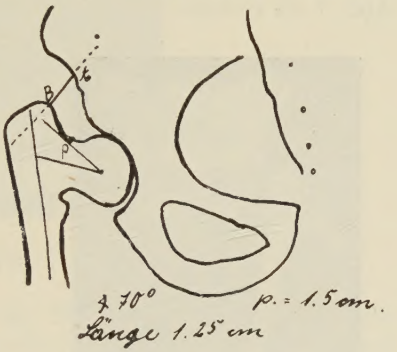

Abb. 4

Um festzustellen, in welchem Maße sich die Länge des Schenkelhalses bei Vergrößerung oder Verkleinerung des Halswinkels mitverändern muß, damit der Hebelarm nicht kleiner wird, die Muskulatur also nicht mehr belastet wird, fertigten wir uns folgendes Modell an:

Von einem normalen Femur wurde der Hals dicht am Schaft abgesägt. Hals und Kopf wurde durch eine Metallschiene ersetzt, die in den Femur gleitend eingelassen ist und in ihm durch Flügelschrauben befestigt werden kann. Am medialen Ende trägt die Schiene eine Kugel vom Durchmesser des normalen Schenkelkopfes. Diese Kugel ist von einer konzentrischen Kappe umgeben, die in ein normales Becken fest eingelassen ist.

Die Konstruktion läßt eine Winkeländerung zwischen Schaft und Hals, zwischen 60 ° und 150 ° und eine Aenderung der Halslänge zwischen 38 mm und 160 mm zu. (Die Länge des Schenkelhalses wird gemessen von dem Schnittpunkt der Mittellinie des Schaftes mit der Mittellinie des Halses einerseits bis zum Drehpunkt des Kopfes andererseits. Der Winkel läßt sich leicht durch Anlegen eines Winkelmessers ablesen.)

Am Becken ist im Insertionsfeld des Glutaeus medius eine Schnur angebracht, die über eine Rolle in der Höhe der Trochanterspitze läuft und an einer Wiegeschale endet.

Auf die Wiegeschale legten wir soviel Gewicht auf, bis dieses allein das Becken im seitlichen Gleichgewicht hielt. (Ein genau in der Sagittalebene durch Becken und Schenkelkopf hindurchgehender Stift verhinderte das Umkippen nach vorn oder hinten.)

Abb. 5 zeigt die Versuchsanordnung in der Einstellung als normales oberes Femurende; Abb. 6 als Collum varum und Abb. 7 als Collum valgum.

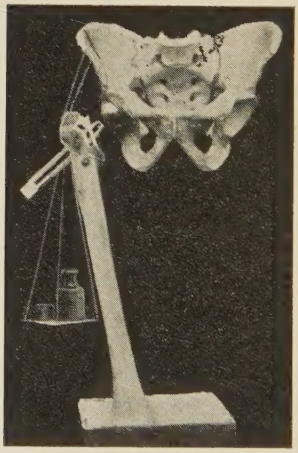

Abb. 5

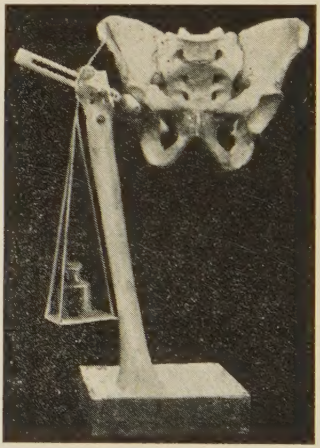

Abb. 6

Wie auch schon auf den Abbildungen zu ersehen ist, wurden als Gegengewicht in den einzelnen Stellungen verschieden große Gewichte benötigt, und zwar 600 g für die normale, 500 g für die Vara- und 700 g für die Valga-Form.

Dieser Gleichgewichtszustand wurde schon durch eine geringe Aenderung des Halswinkels oder der Halslänge gestört, und zwar in der Weise, daß, wenn durch diese Aenderung der Hüftgelenksdrehpunkt dem „Muskelzuge“ genähert wurde, das Becken, im andern Falle das Gewicht sich senkte. Dagegen war es durch ganz bestimmtes gleichzeitiges Aendern von Winkel und Halslänge möglich, den Gleichgewichtszustand zu erhalten.

600 g sahen wir bei unserem Versuch als die Kraft an, die die normale Glutaealmuskulatur darstellt. Bei allen Schenkelhals-

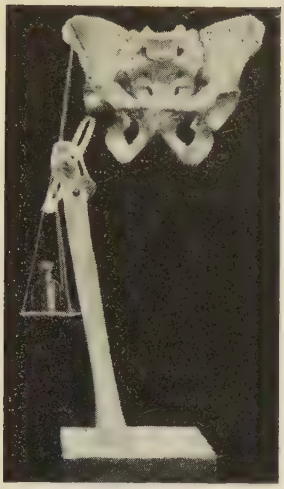

Abb. 7

formen, bei denen diese 600 g das Becken noch im Gleichgewicht erhalten, wird für die Muskulatur also keine Mehrbelastung gefordert. In solchen Fällen ist trotz der Verschiedenheit der Schenkelhalsformen der Hebelarm derselbe.

Durch Ausprobieren fanden wir folgende Werte:

Schenkelhalswinkel:	Schenkelhalslänge:
145 °	140 mm
140 °	110 mm
135 °	85 mm
130 °	75 mm
125 °	62 mm
120 °	56 mm
115 °	51 mm
110 °	45 mm
105 °	44 mm
100 °	42 mm
95 °	40 mm
90 °	39 mm
85 °	38 mm
80 °	39 mm

Graphisch dargestellt ergeben diese Werte folgende Kurve (Abb. 8).

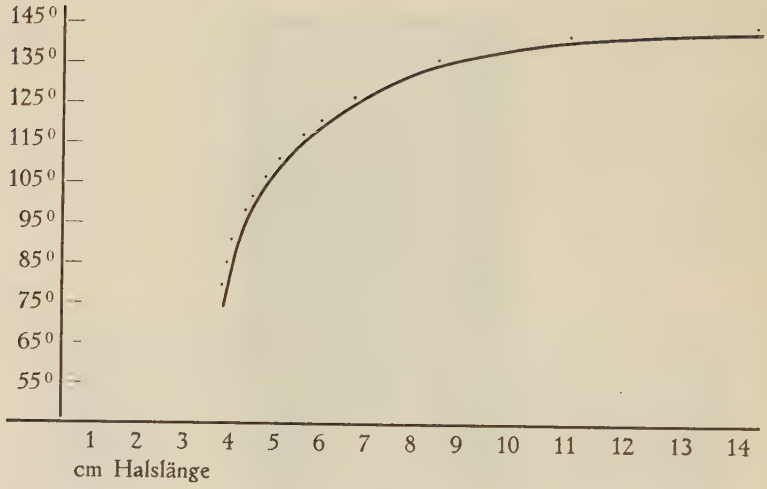

Abb. 8.

Ins Praktische übertragen sagt uns diese graphische Darstellung, daß bei allen Schenkelhalsformen, deren Werte für Halslänge und -winkel rechts von dieser Kurve liegen, die statischen Verhältnisse für die Abduktoren günstig sind.

Sie bestätigt uns die oben erwähnte Feststellung, daß die Hebelverhältnisse bei Ausbildung der Vara-Form und gleichbleibender Halslänge besser werden.

Sie ist weiter eine Bestätigung der Feststellung, die v. Mikulicz machte. Tatsächlich sieht man, daß bei normaler Funktion des Hüftgelenkes die Länge des Schenkelhalses mit seinem Neigungswinkel so abgestimmt ist, daß „je größer der Winkel, desto länger der Hals sein muß". Weiter ersehen wir aus dieser Kurve, daß es für die Valga-Form auch einen physikalischen Ausgleich gibt, daß dieser aber dem Charakter der Kurve entsprechend viel schwerer zu erreichen ist, als bei den Vara-Formen; denn in dem Kurvenabschnitt der steilen Halswinkel (etwa über 135°) muß zu einem schon geringen Steilerwerden des Winkels eine ganz erhebliche Verlängerung des Halses stattfinden. So erklärt sich die Tatsache, daß in der Praxis die Coxa-vara-Formen ohne Funktionsausfall relativ häufiger gesehen werden, als die Coxa-valga-Fälle.

Zusammenfassend stellen wir fest, daß wir durch unsere Untersuchungen ermittelt haben, daß der Länge des Schenkelhalses

für die Statik des Hüftgelenkes eine Bedeutung zukommt, die nicht geringer ist, als die des Halswinkels und stellen daher die Forderung auf, daß, wenn man sich ein wirkliches Bild von der zu leistenden Arbeit der kleinen Glutaeen machen will, beides, Neigungswinkel und Halslänge, geprüft werden muß.

Wir glauben eine Erklärung für die sogenannten „symptomfreien Coxa-vara- und Coxa-valga-Fälle“ gefunden zu haben, und glauben schließlich in der festgestellten Kurve einen, wenn auch nur ganz grob anzuwendenden Maßstab gefunden zu haben, der bei der klinischen Untersuchung des Hüftgelenkes mithelfen mag zu entscheiden, ob die vorliegende Femurform von sich aus schon besonders günstige oder ungünstige Bedingungen für die Arbeitsweise der abduktorisch wirkenden Muskulatur bietet.

LITERATUR.

1. Bragard, Karl: Zeitschr. f. orthop. Chirurgie, Bd. 43, S. 401, 1929.

2. Haglund, P.: Prinzipien der Orthopädie. 1923. Fischer, Jena.

3. Kehl: Die Anatomie des Trendelenburgschen Phänomens. Münch. med. Wschr. Nr. 24. 1924.

4. Knorr, H.: Quantitative Bestimmung des Trendelenburgschen Phänomens. Ztschr. f. orth. Chirurgie, Bd. 47, S. 374—76.

5. Mikulicz, J.: Ueber individuelle Formdifferenzen am Femur und an der Tibia des Menschen. Mit Berücksichtigung der Statik des Kniegelenks. Archiv für Anatomie u. Physiologie, 1878. Anatom. Abtlg. S. 351.

6. Walter, H.: Pathologie und Klinik der Coxa vara. Verhandlungen des 24. Kongr. d. dtsch. orthop. Gesellschaft, S. 16/17, Bd. 52, 1930 München.

LEBENSLAUF.

Am 12. Februar 1908 wurde ich zu Hagen (Westf.) geboren. Nach Erlangung des Reifezeugnisses Ostern 1928 studierte ich Medizin in Freiburg, Greifswald, Wien, Berlin und Münster. Im Sommer 1930 bestand ich in Greifswald das Physikum mit dem Prädikat „Gut“, und im Herbst 1933 das medizinische Staatsexamen mit „Sehr gut“.